

Facultade de Enfermaría e Podoloxía



TRABALLO DE FIN DE GRAO EN PODOLOXÍA

Efecto del calzado sobre la marcha en niños sanos. Una
revisión sistemática

Curso académico 2020 /2021

Ana Antelo Sinde

Director(es): Daniel López López y Roi Paineira Villar

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer todo el apoyo y ayuda de mi familia, especialmente a mi madre que ha trabajado muy duro para que yo pueda estar aquí. A mis amigos de toda la vida que confían más en mí que yo misma y a los nuevos amigos podólogos que me llevo y espero tener para siempre porque han conseguido que esta etapa de mi vida sea mucho más divertida.

También tengo que agradecerle a Xoel su ayuda y paciencia por aguantarme y soportarnos un poco a todas. Tampoco puedo olvidarme de mis mascotas Kirby e Ivy que han hecho las tardes de estudio un poco más entretenidas.

Por último, quiero agradecer el trabajo de todos los profesores que he tenido y especialmente a mis tutores Dani López y Roi Paineira por toda su ayuda.

ÍNDICE

1. Resúmenes	3
1.1 Resumen.....	3
1.2 Resumen.....	4
1.3 Abstract.....	5
2. Introducción.....	6
3. Pregunta de estudio	7
4. Método	7
4.1 Diseño	7
4.2 Extrategía de búsqueda	8
4.3 Criterios de selección	9
4.3.1 Criterios de inclusión	9
4.3.2 Criterios de exclusión	9
4.4 Síntesis de información y resultados de búsqueda	9
5. Resultados	10
5.1 Diagrama de flujo	10
5.2 Nivel de evidencia y grados de recomendación	12
5.3 Extracción y análisis de datos	14
6. Discusión.....	18
7. Conclusión	20
8. Bibliografía	20

1. RESÚMENES

1.1 RESUMEN

Introducción: Hoy en día se puede encontrar poca información sobre el pie, el calzado y la marcha en los niños. Esto es debido a que la infancia es percibida como un grupo poblacional de escasos problemas de salud por lo que se le brinda pocos recursos de investigación. Durante toda la infancia el niño y su pie están en constante crecimiento y esto hace que factores externos, como la elección del calzado, puedan influir en su estructura y función.

Objetivo: Recopilar información sobre estudios que analicen la marcha con diferentes calzados y compararla a su vez con la marcha descalza para poder determinar el efecto del calzado en los parámetros de marcha de los niños.

Metodología: Se realiza una búsqueda sistemática en los meses de febrero y marzo del 2021 en las bases de datos Pubmed, Scopus y Web of Science mediante los términos Mesh “Children”, “Gait” y “Shoes”. La selección de los estudios se hace en tres fases: lectura por título, por resumen y por texto completo

Resultados: El total de artículos encontrados es de 255. Tras retirar los duplicados el número de artículos seleccionados de las bases se ha reducido a 167 estudios de los cuales finalmente se han incluido 10 en la revisión.

Conclusión: El calzado produce alteraciones en los parámetros de la marcha y los que se ven afectados por este son: aumento de longitud de zancada y del tiempo de postura, disminución de la cadencia, disminución de la flexión dorsal de la articulación metatarsofalángica (especialmente en la articulación del hallux) y aumento de la flexión de la rodilla y dorsiflexión del tobillo.

1.2 RESUMO

Introdución: Hoxe en día pódese atopar pouca información sobre o pé, o calzado e a marcha nos nenos. Isto débese a que a nenez percíbese como un grupo poboacional de escasos problemas de saúde polo que se lle brinda poucos recursos de investigación. Durante toda a nenez o neno e o seu pé están en constante desenrolo e isto fai que factores externos, como a elección do calzado, poidan influír na súa estrutura e función.

Obxectivo: Recompilar información sobre estudos que analicen a marcha con diferentes calzados, comparada a súa vez coa marcha descalza para determinar o efecto do calzado nos parámetros da marcha nos nenos.

Metodoloxía: Realízase una busca bibliográfica nos meses de febreiro e marzo do 2021 nas bases de datos Pubmed, Scopus e Web of Science mediante os termos Mesh: “Children”, “Gait” e “Shoes”. A selección dos estudos faise en tres fases: lectura por título, por resumo e por texto completo

Resultados: O total de artigos atopados é de 255. Tras retirar os duplicados o número de artigos seleccionados das bases redúcese a 167 estudos dos cales finalmente se inclúen 10 na revisión.

Conclusión: O calzado produce alteracións nos seguintes parámetros da marcha: aumento da lonxitude da zancada e do tempo de postura, diminución da cadencia, diminución da flexión dorsal da articulación metatarsofalángica (especialmente na articulación do hallux) e aumento da flexión do xeonllo e a dorsiflexión do nocello.

1.3 ABSTRACT

Introduction: Nowadays we can find little information about the foot, footwear and gait in children. This is due to the fact that childhood is perceived as a population group with few health problems and is therefore provided with few research resources. Throughout childhood, children and their feet are constantly growing and this means that external factors, such as choice of footwear, can influence their structure and function.

Objective: Collect information on studies that analyze gait with different footwear and compared with barefoot gait to determine the effect of footwear on children's gait parameters.

Methodology: A bibliographic search will be carried out in February and March 2021 in the databases Pubmed, Scopus and Web of Science by the terms "Mesh" "Children", "Gait" and "Shoes". The selection of the studies is done in three phases: reading by title, by summary and by full text.

Results: The total number of articles found are 255. After removing duplicates the number of articles selected from the databases has been reduced to 167 and finally 10 articles were selected for this review.

Conclusion: Footwear causes alterations in gait parameters and those who are affected by it are: increased stride length and stance time, decreased cadence, decreased dorsiflexion of the metatarsophalangeal joint (especially at the hallux joint) and increased knee flexion and ankle dorsiflexion.

2. INTRODUCCIÓN

Hoy en día podemos encontrar poca información sobre el pie, el calzado y la marcha en los niños. Esto es debido a que la infancia es percibida como un grupo poblacional de escasos problemas de salud por lo que se le brinda pocos recursos de investigación (1). Por este motivo, los padres desconocen los riesgos y problemas que pueden acarrear los diferentes tipos de calzado y de cómo estos afectan al desarrollo del pie (2).

Por norma general no se tiene en cuenta que se trata de un periodo de desarrollo de alta vulnerabilidad a los riesgos físicos y psico-sociales y que por tanto, se debería abordar sus necesidades y problemas de salud de manera específica puesto que existen numerosas diferencias entre adultos y niños (forma, proporción, tamaños, características estructurales, funcionales, etc.)(1, 3).

Los pies son la base de sustentación de todo el cuerpo(4) juegan un papel importante en la estabilidad, la absorción de impactos y la propulsión durante la deambulación. Además, la superficie plantar del pie también juega un papel clave en la propiocepción(5).

Durante toda la infancia el niño y su pie están en constante crecimiento y esto hace que factores externos, como la elección del calzado, puedan influir en su estructura y función repercutiendo en la salud del pie a largo plazo (6).

El pie no ha nacido para ser calzado, pero desde tiempos remotos en la historia, el zapato, se ha considerado necesario e imprescindible en nuestro marco sociocultural. Antes de comenzar a caminar, el calzado es prescindible, su función es exclusivamente de protección frente al frío, la humedad, los golpes, etc. Es al iniciar la marcha cuando el calzado se hace necesario para dar protección frente a factores ambientales e infecciosos externos, así como a posibles lesiones. A la hora de escoger el calzado adecuado siempre hay que tener en cuenta las características óptimas según su etapa de crecimiento y desarrollo de la marcha (7, 8).

A cada tramo de edad y actividad le corresponde un calzado diferente, que deberá adaptarse a las necesidades de cada momento. No es lo mismo el calzado de los lactantes, que el de los niños o de los adolescentes.

Efecto del calzado sobre la marcha en niños sanos. Una revisión sistemática

Este calzado debe ser cómodo, asegurar una buena sujeción sin ser traumático, estabilizar el retropié, ser hipoalergénico, facilitar la transpiración, tener una suela antideslizante flexible (pero lo bastante gruesa para aislar del suelo), respetar la morfología del pie, (9) y lo más importante es que el calzado ayude al niño a ser activo y por lo tanto, debe favorecer el movimiento(10).

Por este motivo, y con el fin de poder ofrecer recomendaciones a los padres a la hora de comprar el calzado más respetuoso para el pie de sus hijos, el objetivo de esta revisión es recopilar información sobre estudios que analicen la marcha con diferentes calzados, comparada a su vez con la marcha descalza, para poder valorar cómo afecta el calzado a los parámetros de la marcha de los niños sanos y descubrir qué características de dicho calzado son las más adecuadas para una marcha eficaz, y así, evitar los problemas que pueden surgir durante el desarrollo del niño a largo plazo.

3. PREGUNTA DE ESTUDIO

Teniendo en cuenta la desinformación acerca del calzado infantil y su necesidad en la sociedad actual, se tratará de saber ¿Qué efectos causa el calzado en los parámetros de marcha de los niños?

Con esta información se podrá saber qué características del calzado proporcionan una marcha más eficaz en el desarrollo del pie infantil y dar un mejor asesoramiento a los padres sobre el calzado de sus hijos.

4. MÉTODO

4.1 DISEÑO

Con el objetivo de minimizar los riesgos metodológicos se ha utilizado como referencia las pautas PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses)(11), y para estimar la evidencia y los grados de recomendación se emplea la escala USPSTF(12).

A la hora de desarrollar el objetivo estudio se ha basado en la estrategia PICO (P = población, I = intervención, C = comparación, O = resultado) y tras concretar la pregunta de estudio, se procedió a realizar la búsqueda bibliográfica siguiendo las pautas indicadas en el reglamento para la elaboración de los trabajos de fin

de grado en la Facultad de Enfermería y Podología de la Universidad de A Coruña (UDC) con el fin de realizar una revisión sistemática y llegar a una respuesta que nos dé información de calidad sobre el tema a tratar.

4.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

La búsqueda bibliográfica se completó entre los meses de febrero y marzo del 2021 mediante los términos Medical Subject Headings (MeSH), “Shoes”, “Children” y “Gait” conectados mediante el operador booleano “AND”.

Las bases de datos empleadas para la reiniciación de la búsqueda bibliográfica han sido Pubmed, Scopus y Web of science y como gestor bibliográfico se ha utilizado Endnote.

En la Tabla I se indica el método de búsqueda empleado para cada base de datos.

Tabla I: Cadena de búsqueda.

Base de datos	Cadena de búsqueda	Límites
Pubmed	((“Shoes”[Mesh]) AND “Child”[Mesh]) AND “Gait”[Mesh]	<ul style="list-style-type: none"> - Artículos publicados después del 2011. - En español, inglés o portugués. - Revisiones y artículos de investigación.
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (shoes) AND TITLE-ABS-KEY (child*) AND TITLE-ABS-KEY (gait))	
Web of science	TS=(shoes AND children* AND gait)	

4.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Entre los criterios de selección se encuentran tanto criterios de inclusión como de exclusión, y son los siguientes:

4.3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Los criterios de inclusión seleccionados para la búsqueda de artículos fueron:

- Estudios que comparen datos de la marcha en niños con calzado infantil y descalzos.
- Niños sanos.
- Menores de 12 años.
- Estudios en inglés, español o portugués.
- Estudios de los últimos 10 años (2011-2021).
- Artículos de investigación o revisiones sistemáticas.
- Tamaño de muestra >10 participantes.

4.3.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Los criterios de exclusión para los estudios de esta revisión sistemática fueron:

- Estudios en los que se centren en un deporte concreto.
- Calzado innovador.
- Niños con alguna patología.
- Artículos en un idioma diferente a inglés, castellano, gallego o portugués.
- Artículos publicados antes del 2011.
- Artículos de opinión.
- Artículos con un tamaño de muestra < 10 participantes.

4.4 SÍNTESIS DE INFORMACIÓN Y RESULTADOS DE BÚSQUEDA

La búsqueda de artículos se ha realizado en febrero-marzo del año 2021 y el total de artículos encontrados es de 255, tras retirar los duplicados, el número de artículos seleccionados de las bases se ha reducido a 167 estudios.

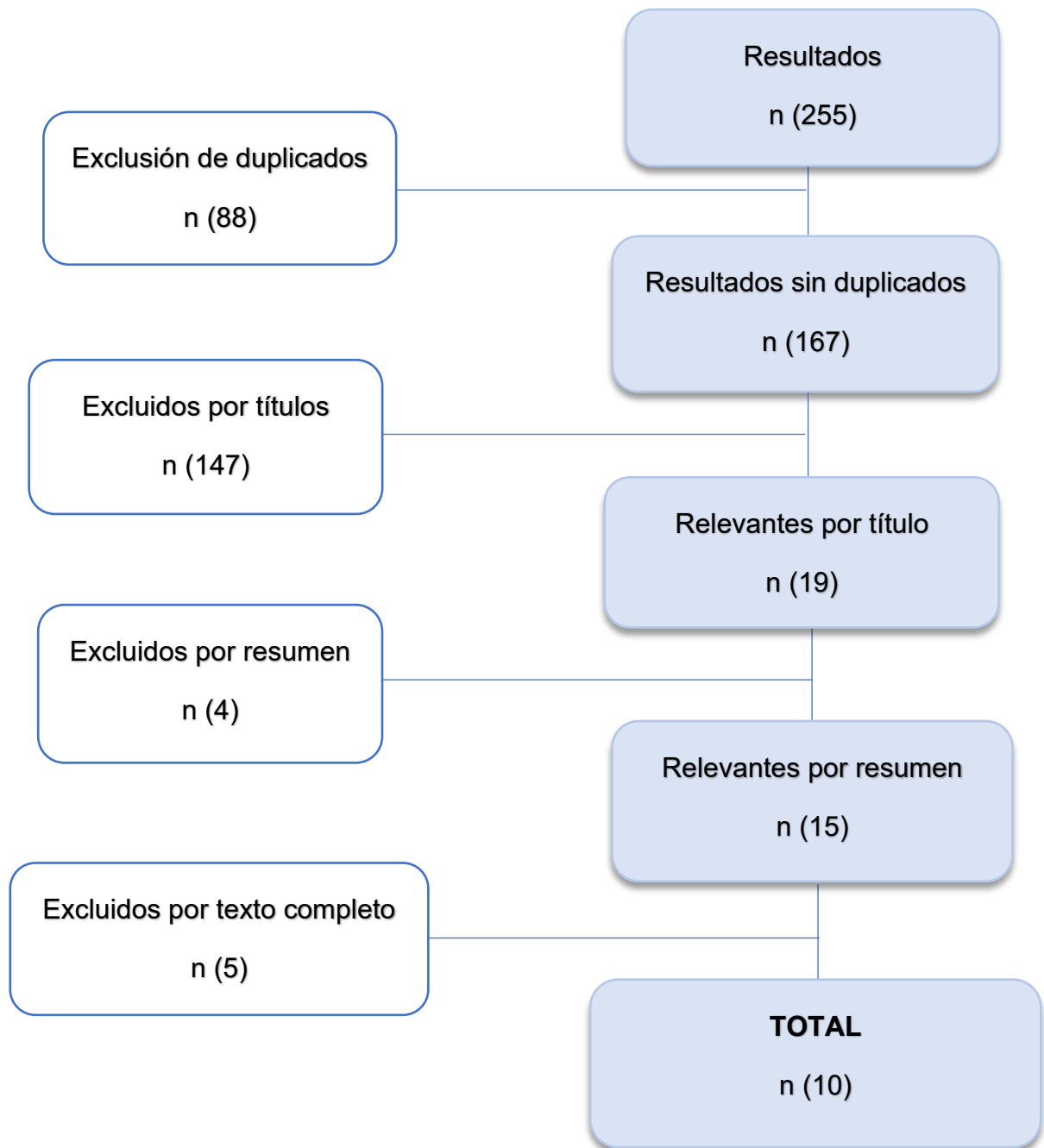
Posteriormente, se ha elaborado un Excel para valorar la inclusión de los estudios que cumplan los criterios de selección. La elección se ha llevado a cabo mediante tres fases: primero se han leído los títulos, como resultado, se seleccionaron 19 artículos en esta primera fase, procediendo a la lectura del resumen de los mismos, en este punto solo 15 estudios fueron leídos completamente y 10 han sido válidos para la revisión.

Los parámetros que se extrajeron han sido: el número de participantes, la edad de la muestra, el tipo de marcha a estudiar, los parámetros que se han estudiado y la conclusión de cada uno de ellos.

5. RESULTADOS

5.1 DIAGRAMA DE FLUJO

Las diferentes etapas del proceso de selección de los estudios finalmente incluidos en la revisión se reflejan en el diagrama de flujo que se muestra en la Figura I, basado en el establecido por la declaración PRISMA.

Figura I. Diagrama de flujo.

5.2 NIVEL DE EVIDENCIA Y GRADOS DE RECOMENDACIÓN

Para evaluar la evidencia y grado de recomendación de los artículos seleccionados se ha empleado la escala United States Preventive Services Task Force (USPSTF), que establece la fuerza de sus recomendaciones a partir de la calidad de la evidencia y del beneficio neto. Los grados de recomendación se apoyan en los grados de certeza y se definen en las letras (A, B, C, D o I), siendo el grado A el más recomendado y el I el menos recomendado(12). Puede verse a continuación en la Tabla II.

Tabla II: Niveles de evidencia y grados de recomendación.

Título	Tipo de estudio	Tamaño de muestra	Nivel de evidencia	Grado de recomendación
A comparison of young children's spatiotemporal measures of walking and running in three common types of footwear compared to bare feet.	Estudio cuasi-experimental	46	II-1	B
Effect of shoe flexibility on plantar loading in children learning to walk.	Estudio transversal.	26	II-2	B
The effect of torsional shoe flexibility on gait and stability in children learning to walk	Estudio transversal.	25	II-2	B
Influencia del calzado en el movimiento del pie al caminar y correr en niños y niñas de 6 a 7 años.	Ensayo clínico controlado-aleatorizado	24	I	B
Analysing gait using a force-measuring walkway: Intrasection repeatability in healthy children and adolescents	Estudio transversal, observacional.	19	II-2	B

Efectos de los zapatos en el desempeño de las habilidades motoras fundamentales de los niños.	Estudio transversal	14	II-2	C
Kinematic and kinetic differences between barefoot and shod walking in children.	Estudio transversal	13	II-2	D
Barefoot walking changed relative timing during the support phase but not ground reaction forces in children when compared to different footwear conditions.	Ensayo clínico controlado y aleatorizado.	75	I	B
The impact of hard versus soft soled runners on the spatio-temporal measures of gait in young children and a comparison to barefoot walking.	Ensayo clínico controlado y aleatorizado.	47	I	C
In-shoe multi-segment foot kinematics of children during the propulsive phase of walking and running.	Estudio transversal.	20	II-2	B

5.3 EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

En la Tabla III se pueden observar de manera resumida la extracción de datos de los artículos seleccionados.

Tabla III: Extracción y análisis de datos.

Artículos	Tamaño de muestra	Edad	Tipo de marcha	Tipo del calzado	Condiciones del calzado	Medidas	Resultados
Cranage S, Perraton L, Bowles KA, Williams C. A comparison of young children's spatiotemporal measures of walking and running in three common types of footwear compared to bare feet (10).	47 niños/niñas	2-4 años.	Marcha/carrera	Sandalia, Deportivos y Botas de suela blanda (Shore A)	Calzado/descalzo	(Espacio-temporales) longitud del paso, longitud de zancada, tiempo de paso, tiempo de zancada, velocidad, oscilación, postura, doble tiempo de soporte y cadencia)	La cadencia disminuyó mientras que el tiempo pasó, la longitud de la zancada y el tiempo de apoyo aumentaron en todos los tipos de calzado en comparación con la condición de los pies descalzos.
Hillstrom HJ, Buckland MA, Slevin CM, Hafer JF, Root LM, Backus SI, et al. Effect of shoe flexibility on plantar	26(9 niñas y 17 niños)	9-24 meses	Marcha	Zapatos de tres durezas de suela diferente.	Calzado/descalzo	(Espacio- temporal) longitud del paso, el tiempo de apoyo, el ancho del paso y la velocidad.	La flexibilidad del calzado de torsión afecta el tiempo de apoyo (más bajo descalzo) y el ancho del paso (más ancho con calzado más flexible).

loading in children learning to walk.(13)							
Buckland MA, Slevin CM, Hafer JF, Choate C, Kraszewski AP, Root LM, et al. The effect of torsional shoe flexibility on gait and stability in children learning to walk (5)	25(8 niñas y 17 niños)	Media de 6 meses	Marcha	Zapatos con cuatro durezas de suela diferentes	Calzado/descalzo	Presión plantar	Las presiones plantares máximas fueron mayores en comparación con los otros diseños de zapatos y similares a la marcha descalzo zapatos más flexibles.
López Elvira JL, López Plaza D, López Valenciano A, Alonso Montero C. Influencia del calzado en el movimiento del pie al caminar y correr en niños y niñas de 6 a 7 años(14).	24(12 niños y 12 niñas)	6-7 años	Marcha/carrera	Zapato «colegiales»	Calzado/descalzo	(movimiento del pie durante la marcha y carrera) Ángulo de máxima flexión de la articulación metatarsofalángica, ángulo de marcha, orientación longitudinal del pie respecto a la dirección de avance, distancia desde el talón al eje articular del primer metatarso y máxima velocidad angular en la caída del pie tras el apoyo del talón.	El calzado reduce considerablemente la flexión en la articulación metatarsofalángica y la máxima velocidad angular en la caída del pie tras el apoyo del talón y ligero desajuste en la posición del eje de flexión metatarsofalángica con calzado respecto a ir descalzo
Veilleux LN, Ballaz L, Robert M, Lemay M, Rauch F. Analysing gait using a force-measuring walkway: Intrasection repeatability in healthy children and adolescents(15).	19 niños/niñas	7-17 años	Marcha	Calzado plano	Calzado/descalzo	(Parámetros espacio-temporales) longitud del paso, tiempo del paso, velocidad media y cadencia, pico fuerza de reacción vertical del suelo y pico vertical del suelo fuerza de reacción normalizada al peso corporal.	Caminando con calzado se asocia con una velocidad más alta, un paso más largo y F max más baja que caminar descalzo.

Khajooei M, Wochatz M, Baritello O, Mayer F. Efectos de los zapatos en el desempeño de las habilidades motoras fundamentales de los niños (16).	14(9 niñas 5 niños)	4-7 años	Marcha/ carrera	Calzado comercial	Calzado/ descalzo	(Parámetros espacio temporales) Cadencia, soporte individual, doble apoyo, longitud de zancada, ancho del paso, tiempo de zancada, tiempo de contacto.	Disminución de la cadencia y aumento del tiempo de contacto en la marcha con calzado al caminar y correr.
Kung SM, Fink PW, Hume P, Shultz SP. Kinematic and kinetic differences between barefoot and shod walking in children (17).	13(9 niños 4 niñas)	8-12 años	Marcha	modelo KJ553TLY, New Balance, Boston, MA)	Calzado/ descalzo	(cinemática y cinética) diferencias en la longitud de zancada, desplazamientos angulares máximos de la articulación, momentos articulares.	Diferencias en la cinemática y cinética durante la aceptación del peso y la propulsión, diferencias en la longitud de la zancada y diferencias en los patrones de movimiento del tobillo.
Heidner GS, Nascimento RB, Aires AG, Baptista RR. Barefoot walking changed relative timing during the support phase but not ground reaction forces in children when compared to different footwear conditions(18).	75(45 niñas, 30 niños)	3-9 años	Marcha	Zapatillas de deporte de suela plana con punta abierta y calzado con suela plana con punta cerrada.	Calzado/ descalzo	(cinéticos) F1 fuerza máxima de respuesta de carga, F2 fuerza de posición media, F3 fuerza máxima de la postura terminal, frenado, pico propulsor, pulso de respuesta de carga, postura terminal, impulso vertical total, impulso de frenado, impulso propulsor, tiempo hasta F1, tiempo hasta F2, hora de F3, tiempo hasta F4, tiempo de la fase de frenado, tiempo hasta F5, tiempo de la fase propulsora, tiempo de postura fase.	No hay cambios significativos en los parámetros de fuerza de reacción al suelo. El calzado modifica los impulsos verticales y de propulsión, así como en el tiempo para pico de propulsión y frenado, tiempo hasta el pico de respuesta de carga y fuerza de apoyo medio.
Cranage S, Bowles KA, Perraton L, Williams C. The impact of hard versus soft soled runners on	47 niños/ niñas	2-4 años	Marcha.	Calzado con suela de dos durezas (shore 48-	Calzado/ descalzo	(Espacio-temporal) Velocidad, cadencia, tiempo de paso, longitud de zancada, porcentaje de swing, dedo de pie derecho dentro/fuera.	La dureza de la suela tiene un impacto mínimo en las medidas espacio-temporales.

the spatio-temporal measures of gait in young children and a comparison to barefoot walking(19).				53 y shore 60-65)			
Wegener C, Greene A, Burns J, Hunt AE, Vanwanseele B, Smith RM. In-shoe multi-segment foot kinematics of children during the propulsive phase of walking and running(20).	20 (9 niños y 11 niñas)	Media de 10 años	Marcha/ carrera	Calzado deportivo infantil convencion al unisex	Calzado/ descalzo	(cinemáticos) Rangos articulares de la 1º articulación metatarsofalángica, mediopié y tobillo Medidas espacio-temporales (velocidad, tiempo de contacto, longitud de zancada, tiempo de propulsión)	Velocidad más alta, tiempo de postura y longitud de paso aumentado con el calzado e inicio de la propulsión retrasada. El calzado deportivo tiene un efecto entablillado en el mediopié durante la propulsión reduciendo el rango de movimiento al caminar y correr que compensa aumentando la flexión plantar del tobillo.

6. DISCUSIÓN

Como se ha descrito anteriormente, el objetivo de esta revisión es conocer los efectos que el calzado produce sobre la marcha de los niños, recopilando estudios que comparen los parámetros de la marcha descalzos y calzados, con el fin de poder recomendar el calzado más apropiado.

Tras realizar la búsqueda y analizar los estudios incluidos en la revisión, se ha detectado una escasez de artículos con un alto número de participantes. Además, la edad de los niños y los parámetros a medir son distintos, lo que hace que sea más complicado compararlos entre sí.(5, 10, 13-20)

En cuanto a los parámetros espacio-temporales, se puede hallar información en seis de los artículos recopilados. En ellos, tras la comparación de la marcha descalza y con diferentes condiciones de calzado, se descubrieron diferencias significativas en los siguientes parámetros (5, 10, 15, 16, 19, 20).

En la mayoría de los estudios consultados, se ha detectado un aumento en la longitud de la zancada con el uso de calzado (10, 14-17, 20). Este incremento puede darse por el acrecentamiento de la superficie y la longitud que experimenta la superficie del pie al llevar zapatos, produciendo así un aumento en la longitud de la zancada y tiempo de contacto así como disminuyendo los pasos por minuto (10), lo que explicaría la disminución de la cadencia encontrada en los artículos de Cranage et al y Khajooei et al (10, 16). Sin embargo, autores como Buckland et al (5) no hallaron diferencias estadísticamente significativas en sus investigaciones para corroborar este cambio, probablemente debido al bajo número de participantes del estudio, así como a su temprana edad.

También se informó de un aumento de tiempo de postura al llevar calzado (5, 10, 16, 20). En este sentido, la suela del zapato puede actuar como un filtro que proporciona una disminución de la alimentación propioceptiva (en comparación a caminar descalzo) que ocasiona que el niño elija caminar con tiempos de postura más largos para adquirir más información. Por este mismo motivo, los autores Cranage et al y Buckland et al, observaron que el calzado más flexible tiene tiempos de apoyo más cortos que los zapatos de suela más dura (5, 10).

En cambio, este hecho no se observa en el estudio de niños mayores de 6 años de Cranage et al (19), ya que no se encuentran diferencias significativas entre las distintas durezas de suelas en las medidas espacio-temporales.

Sobre la velocidad de la marcha, la mayoría de los estudios seleccionados no han encontrado diferencias significativas entre usar, o no, calzado (5, 10, 16). No obstante, en el estudio de Veilleux et al (15) de niños de más de siete años, sí se aprecia un aumento de la velocidad de la marcha con el calzado. Esta diferencia en la velocidad de la marcha entre estudios puede deberse de nuevo a la edad de la muestra seleccionada. Su temprana edad puede afectar a su confianza y adaptabilidad ante situaciones desconocidas y ocasionar patrones de marcha más inmaduros. Asimismo, la velocidad aumenta gradualmente desde los cuatro años y se estabiliza entre los cinco y los diez años, lo que podría explicar las diferencias observadas (10).

En relación a los parámetros cinemáticos, las alteraciones más significativas se han encontrado en la fase de propulsión y la aceptación del peso. En el estudio de Kung et al (17) se refleja una flexión de rodilla y dorsiflexión de tobillo aumentadas en la fase de propulsión, que se relaciona directamente con el aumento de la longitud de zancada durante la marcha calzada, dado que el centro de masas del cuerpo se mueve anteriormente. Durante esta fase, también se observa una disminución de la flexión de la articulación metatarsofalángica (14, 20), especialmente de los grados de flexión dorsal del hallux. Este fenómeno puede afectar negativamente al mecanismo de “Windlass” teniendo consecuencias en la eficiencia de la marcha (17, 20).

Respecto a la cinética no se ha hallado demasiada información. Por una parte, en el estudio de Heidner et al (18) no se han destacado cambios significativos en las fuerzas de reacción del suelo. Por otra parte, el estudio de Hillstrom et al (13) sobre la carga plantar en niños que empiezan a caminar, recomienda el uso de calzado más flexible, ya que produce presiones plantares más altas, y así se produce un aumento de la realimentación propioceptiva, además de mejorar el desarrollo de las estructuras intrínsecas del pie durante el crecimiento (17).

Las principales limitaciones que tiene el estudio son: el número reducido de niños de la muestra en todos los estudios empleados y, que todos son estudios

transversales, por lo que no se ha podido observar la influencia del calzado a un largo plazo.

En relación a las limitaciones que presenta la revisión sistemática cabe indicar que: la mayoría de los autores hacen evidente la necesidad de aumentar la bibliografía sobre el tema, por ese motivo, en investigaciones futuras sería de utilidad realizar estudios prospectivos para examinar si las alteraciones de la marcha con calzado afectan al desarrollo del pie, así como, investigaciones sobre el calzado minimalista en niños, para poder estudiar su influencia en la biomecánica.

7. CONCLUSIÓN

Tras finalizar la revisión de la bibliografía se puede afirmar que el calzado produce alteraciones en los parámetros de la marcha.

Los parámetros que se ven afectados por el calzado son: aumento de longitud de zancada y del tiempo de postura, disminución de la cadencia, disminución de la flexión dorsal de la articulación metatarsofalángica (especialmente en la articulación del hallux) y aumento de la flexión de la rodilla y dorsiflexión del tobillo.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Colomer-Revuelta J, Mercer R, Peiró R, Rajmil L. La salud en la infancia. Gaceta Sanitaria - GAC SANIT. 2004;18:39-46.
2. Saura Sánchez-Parra J L-S-SM, Bleda Ortiz A , Riquelme Navarro A , Sancarlos Martín A , Pérez Castejón C . Características del calzado infantil en la zona básica de salud de Jumilla. Rev Pie Tobillo 1993.
3. Barisch-Fritz B, Schmeltzpfenning T, Plank C, Grau S. Foot deformation during walking: differences between static and dynamic 3D foot morphology in developing feet. Ergonomics. 2014;57(6):921-33.
4. Viladot A. Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. Revista Española de Reumatología. 2003;469-77.
5. Buckland MA, Slevin CM, Hafer JF, Choate C, Kraszewski AP, Root LM, et al. The effect of torsional shoe flexibility on gait and stability in children learning to walk. Pediatric Physical Therapy. 2014;26(4):411-7.
6. Morrison SC, Price C, McClymont J, Nester C. Big issues for small feet: developmental, biomechanical and clinical narratives on children's footwear. Journal of Foot and Ankle Research. 2018;11.

7. Carrasco G LS, Santiñá M. Asesoramiento en el desarrollo de un nuevo calzado infantil, basado en criterios biomecánicos, para la etapa de transición entre el gateo y la marcha erguida Rev Biomecánica. 2010;54:41–4.
8. .. R-CA. Calzado en la edad pediátrica. Acta Pediatr Mex. 2018; 39 (2): 202-207 p. 202-7.
9. Béné J-C. Calzado infantil. EMC - Podología. 2019;21:1-16.
10. Cranage S, Perraton L, Bowles KA, Williams C. A comparison of young children's spatiotemporal measures of walking and running in three common types of footwear compared to bare feet. Gait and Posture. 2020;81:218-24.
11. Urrútia G, Bonfill X. La declaración PRISMA: un paso adelante en la mejora de las publicaciones de la Revista Española de Salud Pública. Revista Española de Salud Pública. 2013;87(2):99-102.
12. Manterola C, Asenjo-Lobos C, Otzen T. Jerarquización de la evidencia: Niveles de evidencia y grados de recomendación de uso actual. Revista chilena de infectología. 2014;31(6):705-18.
13. Hillstrom HJ, Buckland MA, Slevin CM, Hafer JF, Root LM, Backus SI, et al. Effect of shoe flexibility on plantar loading in children learning to walk. Journal of the American Podiatric Medical Association. 2013;103(4):297-305.
14. Lopez Elvira JL, Lopez Plaza D, Lopez Valenciano A, Alonso Montero C. Influence of footwear on foot movement during walking and running in boys and girls aged 6-7. Retos-Nuevas Tendencias En Educacion Fisica Deporte Y Recreacion. 2017(31):128-32.
15. Veilleux LN, Ballaz L, Robert M, Lemay M, Rauch F. Analysing gait using a force-measuring walkway: Intrasection repeatability in healthy children and adolescents. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering. 2014;17(13):1447-51.
16. Khajooei M, Wochatz M, Baritello O, Mayer F. Efectos de los zapatos en el desempeño de las habilidades motoras fundamentales de los niños. Footwear Science. 2020;12(1):55-62.
17. Kung SM, Fink PW, Hume P, Shultz SP. Kinematic and kinetic differences between barefoot and shod walking in children. Footwear Science. 2015;7(2):95-105.
18. Heidner GS, Nascimento RB, Aires AG, Baptista RR. Barefoot walking changed relative timing during the support phase but not ground reaction forces in children when compared to different footwear conditions. Gait and Posture. 2021;83:287-93.
19. Cranage S, Bowles KA, Perraton L, Williams C. The impact of hard versus soft soled runners on the spatio-temporal measures of gait in young children and a comparison to barefoot walking. Footwear Science. 2019;11(sup1):S109-S10.
20. Wegener C, Greene A, Burns J, Hunt AE, Vanwanseele B, Smith RM. In-shoe multi-segment foot kinematics of children during the propulsive phase of walking and running. Human Movement Science. 2015;39:200-11.